



Joaquín Melgarejo Moreno
(Editor)



JOAQUÍN MELGAREJO MORENO (EDITOR)

Congreso Nacional del Agua Orihuela

Innovación y Sostenibilidad



Coordinado por:
Patricia Fernández Aracil



CAMPUSHABITAT5U



© los autores, 2019
© de esta edición: Universitat d'Alacant

ISBN: 978-84-1302-034-1

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado - electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etcétera-, sin el permiso previo de los titulares de la propiedad intelectual.

CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE SAN VICENTE (ALICANTE)

Jesús Núñez Sellés

Departamento de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, Universidad de Alicante

José Miguel Andreu Rodes

Departamento de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, Universidad de Alicante

María Fernanda Chillón Arias

Instituto del Agua y de las Ciencias Ambientales, Universidad de Alicante

Miguel Fernández Mejuto

Área de Ciclo Hídrico, Diputación de Alicante

Rebeca Palencia Rocamora

Área de Ciclo Hídrico, Diputación de Alicante

RESUMEN

El acuífero de San Vicente, situado en el entorno de los municipios de San Vicente del Raspeig y Alicante, es un acuífero poco conocido, pero por su ubicación resulta de interés caracterizarlo. En este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica, de inventario y de su geometría sobre el terreno, lo que ha permitido confeccionar un modelo conceptual del funcionamiento del mismo y actualizar los datos de su balance hídrico. El acuífero está constituido por materiales detríticos recientes, que se encuentran aislados lateralmente por diferentes materiales impermeables de edades desde triásicas hasta terciarias y en su parte basal mayoritariamente por margas y margocalizas cretácicas (Albiense superior-Cenomaniense). Con una superficie de 71,5 km², se recarga por infiltración de las precipitaciones en un volumen estimado de unos 1,8 hm³/año medio y por infiltración desde las ramblas, mientras que la descarga del acuífero se produce por un pequeño número de captaciones, drenajes al barranco de las ovejas y a las lagunas de Rabassa y salida directa al mar Mediterráneo. Desde el punto de vista hidroquímico predominan las facies mixtas características de aguas de tipo salobre.

1. INTRODUCCIÓN

El acuífero de San Vicente toma su nombre del municipio de San Vicente del Raspeig, localidad cercana a la ciudad de Alicante, en el extremo sureste de la comarca de L'Alacantí (Fig.1). Tiene una superficie aproximada de 71,5 km² y topografía poco accidentada, si bien está delimitada por los cercanos relieves montañosos de las sierras Llarga, Fontcalent, Mitjana, Los Tajos, Tossal Reó y la Serra Grossa, y discurren sobre el mismo las ramblas del Rambuchar y del Derrramador, que confluyen en el barranco de las Ovejas, cuyo cauce presenta cierto encajamiento.

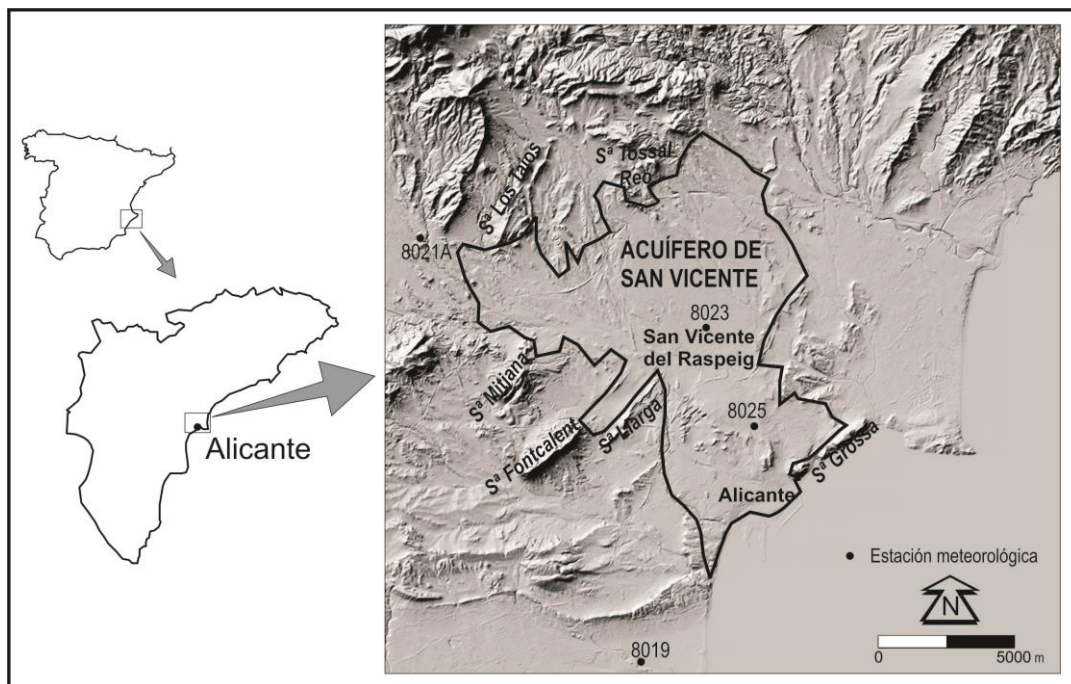


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.

Se trata de un acuífero de importancia relativamente menor debido a la alta mineralización de sus aguas. No obstante, su ubicación en un área metropolitana, sus relaciones con humedales y cauces superficiales, así como las posibilidades de aprovechamiento previa desalinización de sus aguas, hace que sí resulte de interés su caracterización.

El presente estudio tiene como finalidad actualizar el conocimiento que se tiene del mismo, en aspectos como la revisión de sus límites, evolución piezométrica, características hidrogeoquímicas y su balance hídrico.

2. ANTECEDENTES

Desde el punto de vista hidrogeológico, la primera referencia directa al acuífero de San Vicente tuvo lugar a principios de los años noventa. El Área de Ciclo Hídrico de la Diputación Provincial de Alicante (DPA) incluyó en el Mapa del Agua de Alicante (DPA, 1992) la denominación de acuífero de San Vicente, considerándolo limitado al Noroeste con el acuífero del Tossal Reó, al Oeste con el acuífero de Mediana, al Suroeste con el acuífero de Fontcalent, al Este con el acuífero de San Juan y al Sur con el mar. En el citado trabajo y en sus revisiones posteriores (DPA, 2007; DPA 2010; IGME-DPA 2015) se han incluido balances que consideran unas entradas por precipitación directa e infiltración desde las ramblas de 2,8 hm³/año, y salidas por drenaje al mar y por explotación de captaciones que ha pasado de los 100.000 m³/año en 1992 a los 1,2 hm³/año de 2015.

La Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) hace también alguna referencia al citado acuífero (CHJ, 2005), que está dentro de su demarcación, de forma que queda incluido dentro de la masa de agua subterránea 080.070 Bajo Vinalopó.

Por último, existen algunos trabajos sobre aspectos puntuales del acuífero de San Vicente (Chillón, 1996; López-Arcos y Andreu, 2004; Valdés et al., 2012; Valdés, 2013) e informes sobre las características del pozo del parque de bomberos de San Vicente del Raspeig (DPA, 2004).

3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El área de estudio se encuadra en una región con clima de tipo termomediterráneo, con precipitaciones escasas, algo inferiores a los 300 mm/año, evapotranspiración potencial de 850 mm/año y media anual de temperatura de 20°C.

En este trabajo y para la elaboración de los balances, se han utilizado los datos de cuatro estaciones meteorológicas, dos de ellas ubicadas dentro del perímetro del propio acuífero (Fig. 1 y Tabla 1).

Tabla 1. Estaciones de la AEMET empleadas para la obtención de lluvia útil.

<i>Código</i>	<i>Estación meteorológica</i>	<i>Coordenadas UTM (zona 30)</i>			<i>Tipo de datos</i>
		<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	
8025	Ciudad Jardín (Alicante)	716786	4249262	82	P y T ^a
8021A	Agost	703742	4256818	376	P y T ^a
8019	El Altet	711684	4240147	31	P y T ^a
8023	San Vicente del Raspeig	714333	4252897	109	P

A partir de las series climáticas y tras aplicar la metodología para homogeneizar las series temporales se ha elaborado una serie de 30 años (1986-2016) resultado de la interpolación de las mismas (Fig. 2). El periodo se ha escogido con el fin de basar las estimaciones en los datos de las últimas décadas, hipotéticamente ya afectadas por el cambio climático global. Para esta serie, los valores extremos de precipitación se obtuvieron para el año 2002, con una precipitación total anual de 115 mm/año, y para 1987, con una precipitación anual de 497 mm/año. La distribución temporal de las precipitaciones presenta una importante variabilidad, ya que se puede alcanzar diferencias próximas a 400 mm entre los años más secos y los más húmedos. Respecto a la distribución mensual de las precipitaciones, las lluvias más abundantes se encuentran en las estaciones de primavera y otoño mientras que en verano es ligeramente inferior y los inviernos son más secos. El máximo de precipitaciones se produce en los meses de abril y mayo, mientras que los meses que registran menos lluvias son los de enero y febrero.

En cuanto a la caracterización térmica, los meses más cálidos corresponden a los meses de julio y agosto, en los que se alcanzan temperaturas medias superiores a los 24°C; mientras que los meses más fríos son los de diciembre, enero, febrero y marzo, donde las temperaturas medias mínimas no superan los 10°C.

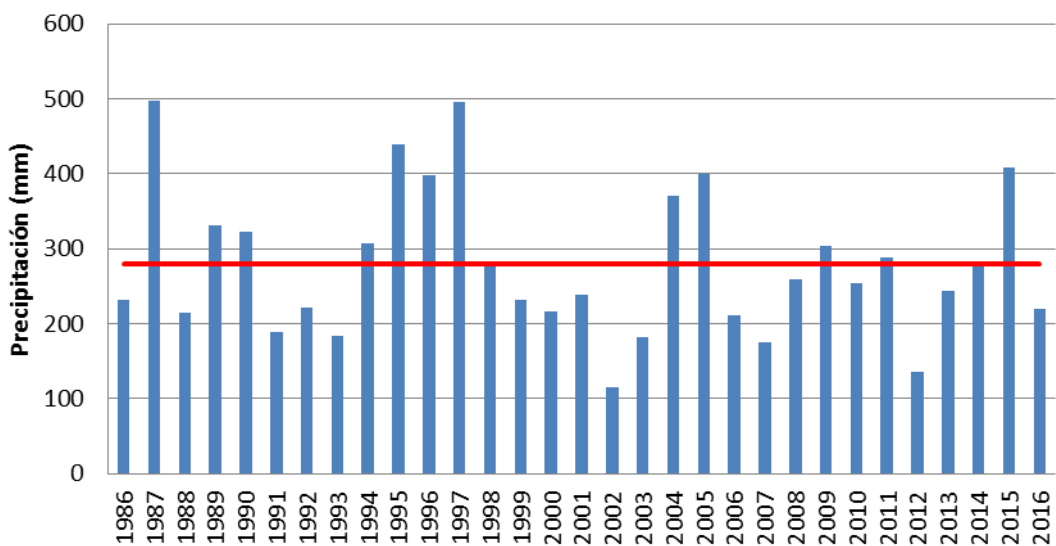


Figura 2. Precipitación anual para la serie 1986-2016 (valor medio en color rojo).

4. CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO

4.1. Caracterización geológica

El área que abarca la zona de estudio se encuentra dentro de la Cordillera Bética, concretamente pertenece al dominio de cuencas neógenas postorogénicas, rellenas inicialmente por sedimentos marinos y posteriormente por continentales, cuyas edades quedan comprendidas entre el Mioceno Superior y el Cuaternario (Alfaro et al., 2004; Pina y Cano, 2004).

En el presente trabajo se ha efectuado una revisión de las características geológicas del área de estudio y como resultado se ha elaborado una cartografía litológica sintética, la cual queda representada en la figura 3.

La litología predominante en los afloramientos del acuífero son las correspondientes a un extenso glacis de deposición con potencias medias entre 20 y 35 m, cuyas litologías quedan bien expuestas en los cauces actuales de los ríos y ramblas que discurren a lo largo de la zona de estudio (Cuenca Paya y Walker, 1985).

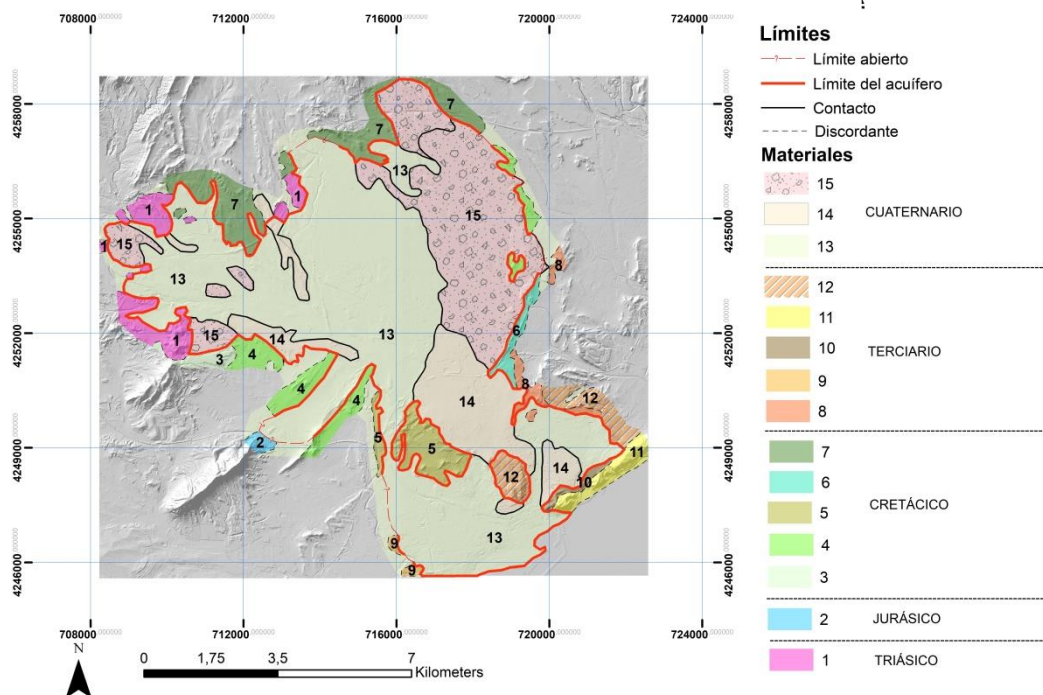


Figura 3. Mapa litológico sintético del área de estudio con la delimitación del acuífero de San Vicente. Leyenda de los materiales: 1 Arcillas, areniscas y calizas; 2 Calizas; 3 Alternancia de calizas y margocalizas con margas; 4 Margocalizas con Orbitolinas; 5 Margas arenosas alternadas con calizas margosas; 6 Biomicritas arcillosas; 7 Calizas, margas y calizas margosas; 8 Flysch de margas y calcarenitas con bioclastos; 9 Margas blancas del Tap; 10 Areniscas bioclásticas y biomicritas arcillosas; 11 Calizas bioclásticas detríticas con glauconita; 12 Areniscas con microfósiles; 13 Cuaternario indiferenciado; 14 Costra calcárea; 15 Glacis.

En la figura 4 se muestra la información litológica de tres de los sondeos realizados al SW de San Vicente del Raspeig en el sector central del acuífero, muy cerca del límite occidental del acuífero; dos en la Universidad de Alicante (S2 y S3) y uno en el parque de bomberos de San Vicente del Raspeig (S1), de los que se dispone de sus columnas litológicas levantadas en el momento de la perforación de dichas captaciones.

La descripción de las litologías de estos sondeos es la siguiente:

SONDEO 1 (S1) (Diputación Provincial de Alicante, 2004)

0-5: gravas heterométricas poco rodadas con arcillas

5-21: conglomerados con pasadas limosas

21-24: arcillas limosas con gravas y arenas

24-40: calizas arenosas cretácicas con pasadas arcillosas amarillentas

40-50: calizas margosas

SONDEO 2 (S2)

El segundo sondeo estaría ubicado 340 m hacia el noreste respecto al sondeo S1

0-10: limos

10-15: arenas y gravas

15-32: arenas con limos que evolucionan a arenas de grano grueso

32 en adelante: margocalizas cretácicas

SONDEO 3 (S3)

El tercer sondeo se ubica en línea con los anteriores y a una distancia de 420 m desde el primer sondeo S1

0-1: caliche

1-10: limos

10- 30: arenas y gravas

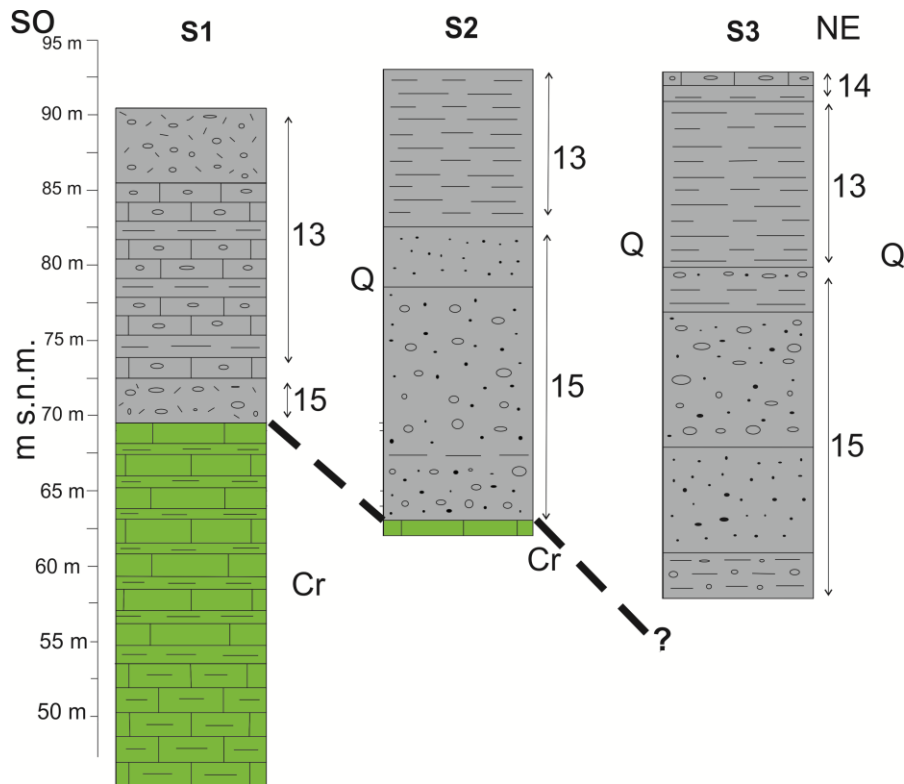


Figura 4. Columnas de los sondeos S1, S2 y S3 situados al SE de la localidad de San Vicente del Raspeig y correlacionadas entre sí (Q: Cuaternario; Cr: Cretácico).

Estas columnas litológicas indican que, como cabría esperar, a medida que nos desplazamos hacia las áreas centrales del acuífero, la profundidad de la cuenca y, por consiguiente, el espesor del relleno cuaternario aumentan.

4.2. Caracterización hidrogeológica

El acuífero está compuesto por un conjunto detrítico en el que se intercalan tramos de materiales permeables con otros de carácter semi-impermeable, lo que le confiere una complejidad hidráulica importante, con valores de los parámetros hidrogeológicos no uniformes que varían en función del contenido en limos (López-Arcos y Andreu, 2004).

Los límites del acuífero, definidos a partir de esta cartografía (Fig. 5), son prácticamente coincidentes con los propuestos por DPA (2015). Las pequeñas diferencias se producen en aquellas zonas en las que los materiales cuaternarios se van acunando y tiene menor espesor, donde es complicado definir un criterio de delimitación. Algunos de estos límites se podrían considerar abiertos al estar en contacto los terrenos cuaternarios más superficiales con acuíferos adyacentes, por los que no se puede descartar la existencia de pequeñas entradas/salidas laterales. Hay que destacar que el acuífero presenta su límite meridional abierto en contacto directo con el mar.

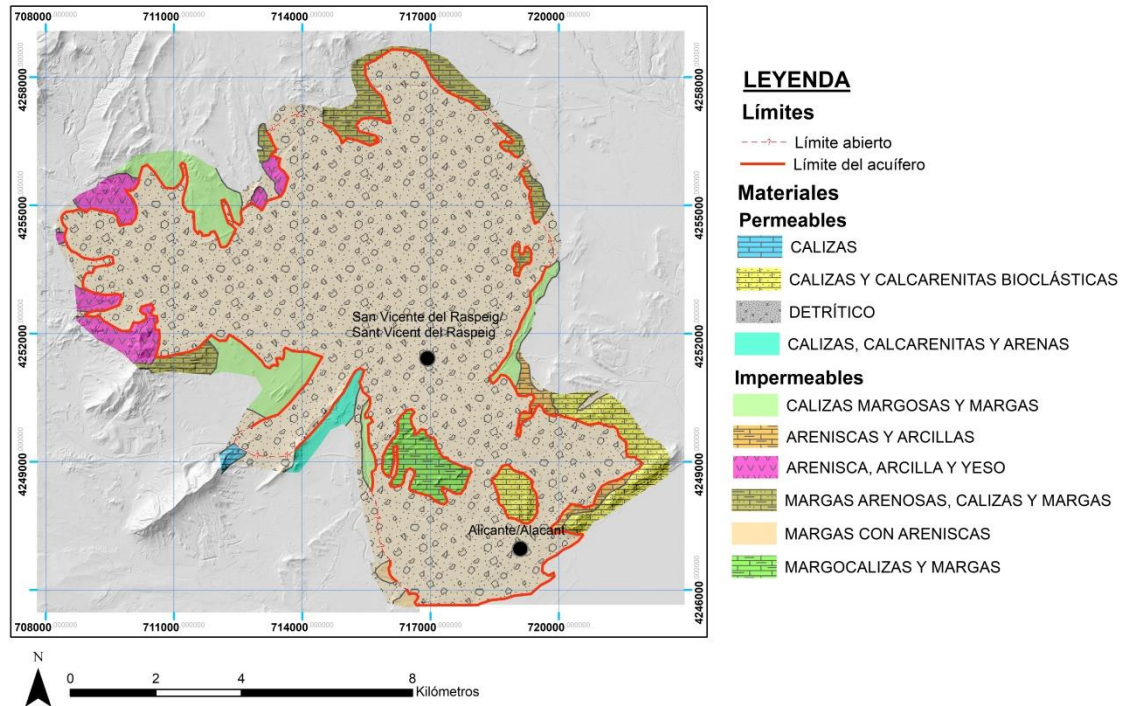


Figura 5. Mapa hidrogeológico del acuífero de San Vicente.

La disposición geométrica de este acuífero cuyas partes más septentrionales se encuentran a mayores cotas conlleva que el flujo subterráneo presente una componente general NW-SE. Su descarga natural se realiza de forma oculta hacia el mar. No obstante, la presencia de barreras hidráulicas asociadas a afloramientos del impermeable basal en superficie modifica la dirección general del flujo e incluso ocasionan puntos de descarga en superficie.

4.3. Parámetros hidrodinámicos y piezometría

Se dispone de los datos de un ensayo de bombeo en S2 a caudal 7,5 L/s, con mediciones en el propio pozo y en un piezómetro de observación a una distancia de 100 m, durante 77 horas (Chillón, 1996) en el que se pudo detectar una barrera hidráulica. A partir de éste se estiman unos valores de transmisividad de 2600 m²/día y de permeabilidad de 325 m/día en el entorno de la captación, y de 525 m²/día y 66 m/día para el área afectado por la barrera hidráulica.

En cuanto a la evolución piezométrica (Fig. 6), a grandes rasgos se puede constatar que el acuífero ha mostrado una marcada estabilidad durante el periodo de registro, con un rango de oscilación inferior a 8 m, lo que apunta al escaso aprovechamiento que se hace de él. A pesar de tratarse de un acuífero detrítico presenta cierta correspondencia entre los periodos lluviosos y los ascensos importantes de nivel. De este comportamiento destaca la respuesta a las precipitaciones recibidas durante los meses de septiembre de 2009, diciembre de 2016 y enero de 2017. Como consecuencia de las elevadas precipitaciones recibidas se produjeron ascensos del nivel de más de 4 m.

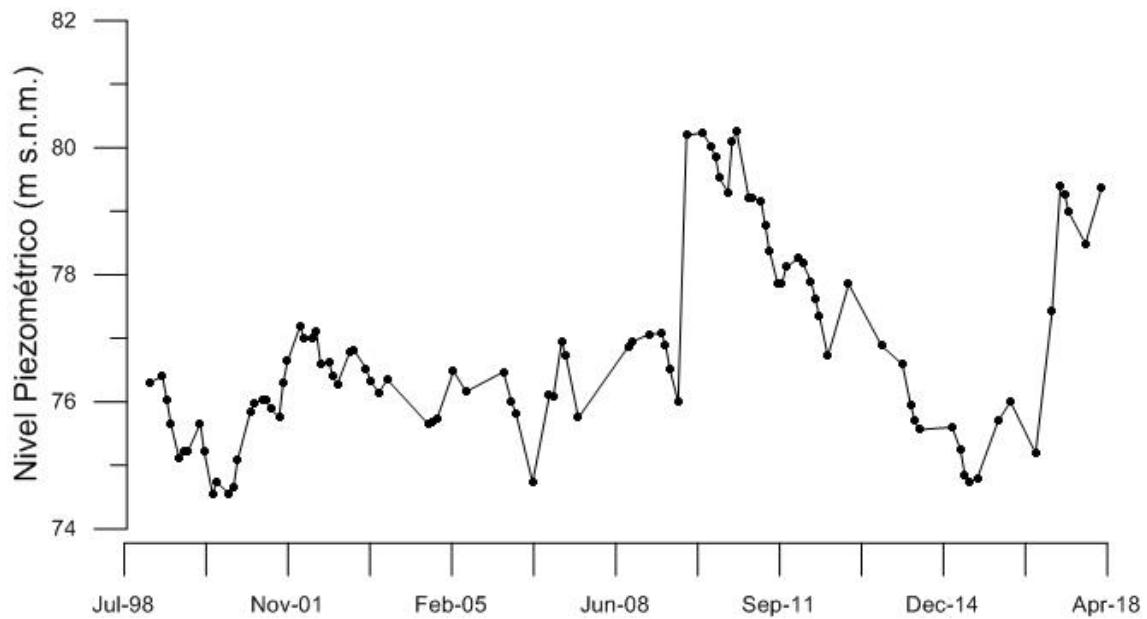


Figura 6. Evolución piezométrica del punto S2 situado en las instalaciones de la Universidad de Alicante.

4.4. Características hidroquímicas

Para caracterizar la composición química de las aguas del acuífero se han utilizado análisis de los sondeos S1 y S2, realizados por la DPA y UA respectivamente, así como de los M1 y M2, provenientes de los trabajos de López-Arcos y Andreu (2004), Valdés et al. (2012) y de las propias determinaciones de pH, conductividad eléctrica y temperatura realizadas en este trabajo.

La facies hidroquímica de las aguas de este acuífero es de carácter mixto y clorurada sódica (Fig. 7). El agua muestra elevadas conductividades eléctricas (entre 5.000 y 7.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y pH entre 7 y 7,4. Los iones mayoritarios son el sulfato y el cloruro con valores que sobrepasan 1,2 g/L; por su parte el principal catión es el sodio con concentraciones superiores a 0,9 g/L. Un aspecto a destacar es la elevada concentración de nitratos encontrados en algunos puntos con valores por encima de 100 mg/L. En general, los parámetros analizados permanecen relativamente constantes en el tiempo. Las pequeñas variaciones de composición entre diferentes puntos y fechas son difíciles de interpretar, y estarán asociadas con probabilidad a variaciones locales de litología y a diferentes tiempos de tránsito en el acuífero.

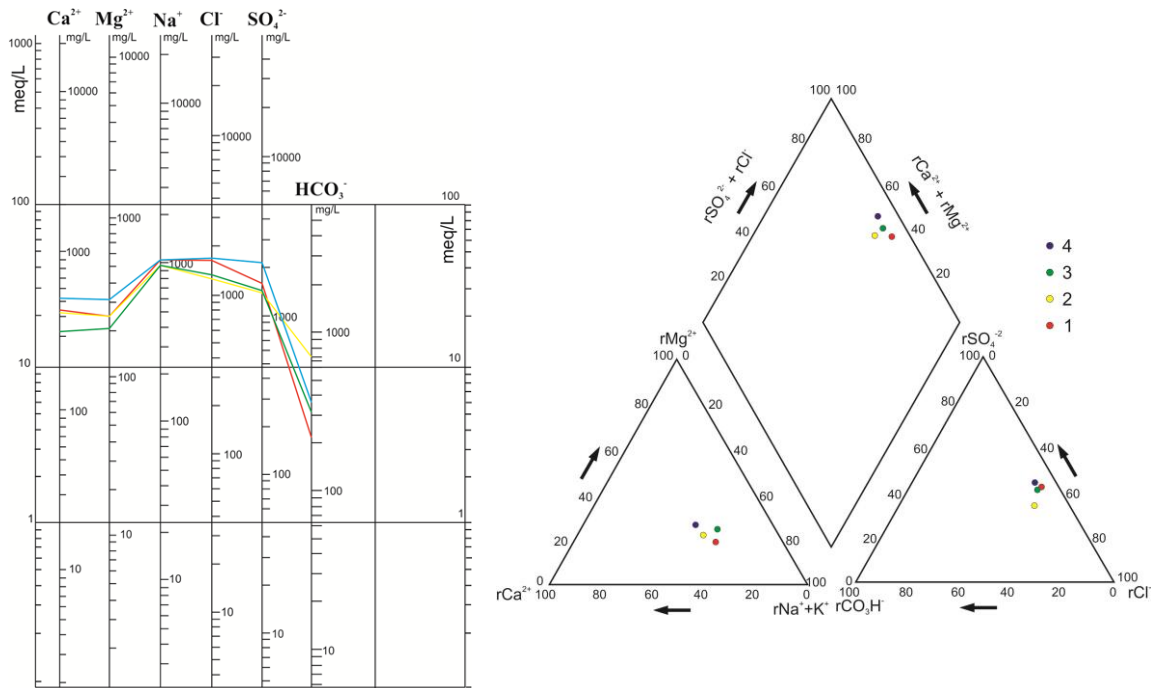


Figura 8. Diagrama de Schoeller-Berkaloff (izquierda) y de Piper (derecha) para análisis de S1 (rojo), S2 (amarillo), M1 (azul) y M2 (verde).

4.5. Balance

Para establecer el balance del acuífero se ha realizado una estimación de la recarga directa de precipitación. Para esto, se ha modelizado la recarga mediante el programa RENATA (DPA-IGME, 2015), que permite establecer balances de agua en el suelo discretizados espacial y temporalmente con paso de cálculo diario. Para la discretización espacial, además de los sectores climáticos, definidos por la cercanía a las diferentes estaciones meteorológicas utilizadas, se ha considerado el tipo de suelo, el uso y la cartografía de cultivos. Los resultados de esta estimación arrojan unos valores de recarga directa por precipitación de 1,77 hm³/año y por retorno de riegos de 0,22 hm³/año. Hay que resaltar que estos resultados son una estimación, ya que, por tratarse de un acuífero con descargas al mar no es posible validar estos valores de recarga. Además de estas entradas se producen recargas desde las ramblas que se han cifrado en torno a 1 hm³/año (DPA, 2018).

Las salidas principales del acuífero serían las debidas a los bombeos (1,2 hm³/año), principalmente dedicadas al riego en el Campus Universitario tras su tratamiento de ósmosis, las descargas al mar (1,78 hm³/año) y, en menor medida, los drenajes al cauce del barranco de las Ovejas y a las lagunas de Rabasa (0,01 hm³/año) (DPA, 2018).

5. CONCLUSIONES

El acuífero de San Vicente está compuesto por formaciones detríticas recientes de gravas, arenas y limos. Los tramos con mejores características hidráulicas se encuentran rellenando antiguos paleocauces, que no siempre muestran una continuidad espacial uniforme, lo que le confiere a este sistema una gran heterogeneidad y elevada complejidad hidrogeológica, que unido a los escasos espesores que suele desarrollar, le convierten en un acuífero que podría catalogarse como pobre.

Tras la revisión de sus límites se ha mantenido una geometría muy similar a la que se venía utilizando anteriormente, si bien se pone de manifiesto algunas incertidumbres en el sentido de que algunos de estos límites podrían ser abiertos.

Actualmente, es un acuífero excedentario, ya que parte de su flujo discurre hacia el mar, y todavía tiene potencial de aprovechamiento, si bien sus aguas deben ser desalinizadas para ser compatibles con usos de abastecimiento y riego.

REFERENCIAS

ALFARO, P., ANDREU, J.M., ESTÉVEZ, A., TENT-MANCLÚS, J.E. y YÉBENES A. (2004). *Geología de Alicante*. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente, Universidad de Alicante.

CHILLÓN, M.F. (1996). *Potabilización del agua del campus de San Vicente. Pretratamiento*. Universidad de Alicante, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Química, Alicante.

CHJ (2005). *Informe para la comisión europea de los artículos 5 y 6 de la DMA*. Demarcación hidrográfica del Júcar. Confederación Hidrográfica Júcar, Valencia.

CUENCA PAYA, A. y WALKER, J. (1985). Consideraciones generales sobre el cuaternario continental en alicante y Murcia. *Cuadernos de geografía*, 1985, Número 36: 21-32.

DPA (1992). *Mapa del agua de Alicante Escala 1:150.000 1ª Edición*. Diputación de Alicante, Alicante.

DPA (2004). *Informe final del sondeo "Parque comarcal de bomberos" en el término municipal de San Vicente del Raspeig*. Área del Ciclo Hídrico, Informe inédito.

DPA (2007). *Mapa del agua de Alicante Escala 1:150.000 2ª Edición*. Diputación de Alicante, Alicante.

DPA (2010). *Mapa Hidrogeológico de la provincia de Alicante Escala 1:150.000 1º Edición*. Diputación de Alicante, Alicante.

DPA (2018). El déficit hídrico en la Provincia de Alicante. *En prensa*.

DPA- IGME (2015). Recarga natural a los acuíferos. Manual de usuario. Diputación de Alicante, Alicante.

IGME-DPA (2015). *Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Alicante*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

LERET, G., NÚÑEZ, A., COLODRÓN, I., MARTÍNEZ DEL OLMO, W., CABAÑAS, I. y URALDE, M.A. (1978). *Memoria del mapa geológico de España E. 1:50.000, hoja 871, Elda*. segunda serie-Primera edición. IGME, Madrid.

LENDÍNEZ, A., LERET, G., CABAÑAS, I., URALDE, M. A. y BRETONES, R. (1978). *Memoria del mapa geológico de España E. 1:50.000, hoja 872, Alicante*. Segunda serie-Primera edición. IGME, Madrid.

LÓPEZ-ARCOS, M. y ANDREU, J.M. (2004). *Estudio hidrogeológico en la zona de descarga de aguas salobres de la planta desaladora de la Universidad de Alicante*: 15 p. y anexos. Informe inédito.

PINA, J.A. y CANO, M. (2004). Libro guía de las excursiones. *XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 179-200.

VALDÉS-ABELLÁN, J. (2013). *Study of the vadose zone deriving from use of brackish inland aquifer desalted water*. Tesis Doctoral Universidad de Alicante, 198 p.

VALDÉS-ABELLÁN, J., CANDELA, L., JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, J., TENZA-ABRIL, A. y CANO, M. (2012). Presencia de compuestos emergentes en agua desalada procedente de un acuífero salino. *TIAC 2012*, Alicante 24-26 abril, 675-686.